

KN61000-4-2 : 2005-12

[별표 1]

KN61000-4-2

정전기방전 내성시험방법

IEC61000-4-2 : 2001-04

목 차

1. 범위 및 목적	1
2. 표준 참고문헌	2
3. 총론	2
4. 용어 정의	3
5. 시험 레벨	5
6. 정전기방전 발생기	6
6.1 정전기방전 시험발생기의 특성과 성능	8
6.2 정전기방전 시험발생기의 특성 검증	8
7. 시험 배치	9
7.1 시험실에서 수행된 시험을 위한 시험배치	9
7.2 후 설치 시험에 대한 시험 장비	14
8. 시험 절차	15
8.1 시험실 기준 조건	15
8.2 피시험기기의 동작	16
8.3 시험의 수행	16
9. 시험 결과와 평가	21
10. 시험 성적서	22

부록

A (정보(Informative)) 해석 요약	31
B (정보(Informative)) 구조적인 세부사항	38

1. 범위 및 목적

이 표준안은 운용자로부터 주위 물체로의 정전기 방전에 영향을 받는 전기, 전자 장비와 관련된 것들에 대한 내성 조건 및 시험 방법과 관련되어 있다. 다른 주변 환경과 설치조건에 관계된 시험 레벨의 영역을 정의하고 시험 절차를 제정한다.

이 표준안의 목적은 정전기 방전에 영향을 받는 전기, 전자 장비의 성능을 평가하기 위한 일반적이고 재현 가능한 기본 사항을 제정하는 것이다. 또한 피시험기기 근처의 물체에서 운용자로부터 발생할 수 있는 정전기 방전을 포함한다.

이 표준안은 다음 사항들을 정의 한다;

- 방전 전류의 전형적 파형;
- 시험 레벨의 범위;
- 시험 장비;
- 시험 설치;
- 시험 절차.

이 표준안은 “시험실”에서 수행되는 시험과 최종 설치된 피시험기기에 대해 수행되는 “설치후 시험”에 대한 사양을 제시한다.

이 표준안은 특별한 장치나 시스템에 적용되는 시험을 설명하기 위한 것은 아니다. 주된 목적은 관계있는 일반적 기본 기준을 제공하는 것이다. EMC 기준 전문위원회(또는 사용자와 피시험기기의 제조자)는 시험의 적절한 선택과 피시험기기에 적용되는 엄격한 기준 선택에 대한 책임이 있다.

조정 작업과 표준화 작업에 방해되지 않도록 이 표준안에 규정된 적절한 내성 시험을 선택하도록 EMC기준전문위원회나 사용자와 제조자에게 강력히 권고한다.

2. 표준 참고문헌

다음 표준규격은 본문에서의 참조를 통해 IEC 61000-4의 본 장의 규정을 구성하는 규정들을 포함한다. 출판당시에 지시된 판이 유효하다. 모든 표준규격 문서는 개정될 것이며, IEC 61000-4의 본 장에 바탕을 둔 협정에 대한 관계자들이 아래 나타난 표준규격의 최신판 적용 가능성을 조사하도록 장려된다.

IEC 60050(161): 1990, 국제 전기 공학 용어사전(IEV) - 161장: 전자기 양립성

IEC 60068-1: 1988, 환경 시험 -1부: 총칙과 지침

3. 총론

이 표준안은 낮은 상대 습도, 인공섬유와 같은 저도전성 카페트의 사용, 비닐옷의 사용등과 같은 주변 환경과 설치 조건에 의해서 정전기 방전에 영향을 받을 수 있는 기기, 시스템, 부속-시스템과 주변장치들에 관한 것이다. 카페트, 비닐등과 같은 것은 전기 전자기기에 관한 표준안에서 구분된 한 부류에 속할 수 있으며 상세한 정보에 대해서는 부록 A의 A.1을 참조할 것.

이 표준안에 설명된 실험들은 1절에 참조되어진 것처럼 모든 전기 전자 장비의 질적 성능 평가를 위해 일반적으로 사용되는 시험을 위한 첫 번째 단계로 여겨진다.

주-기술적 관점에서 현상에 대한 정확한 용어는 “정전기 방전(static electricity discharge)”이다. 그러나, 용어 “정전기 방전(electrostatic discharge)”이 기술계와 기술 문헌에서 널리 사용되고 있다. 따라서 이 표준안의 제목은 정전기 방전이라는 용어를 사용하도록 결정하였다.

4. 용어정의

본 장에 대해, 다음 정의들과 용어들이 적용되고 또한 정전기 방전의 제한된 영역에 적용할 수 있으나 그 모든것이 IEC 60050(161)[IEV]에 포함되는 것은 아니다.

4.1 성능의 저하: 기기, 장비 또는 시스템의 동작 성능이 의도된 성능에서 벗어난 상태[IEV 161-01-19]

주 - 용어 “degradation(저하)”는 일시적이거나 영구적인 오동작에 적용될 수 있다.

4.2 전자파 적합성(EMC): 어떤 전자파 환경내에서 다른 어떤 것에도 전파방해를 일으키지 않고 만족스럽게 동작하는 장비나 시스템의 능력[IEV

161-01-07]

4.3 정전기 방지 물질: 같은 물질이나 다른 유사한 물질로부터 분리되거나 문지를 때 발생하는 전하를 최소화 하는 특성을 나타내는 물질

4.4 에너지 충전 커패시터: 시험 전압값으로 충전된 인체의 용량을 나타내는 정전기방전 발생기의 커패시터. 집중 성분 또는 분포 커패시터로 나타내질 수 있다.

4.5 정전기방전: 정전기 방전(4.10 참조)

4.6 EUT: 피시험기기

4.7 기준접지면(GRP: Ground Reference Plane): 공통기준으로 사용되는 전위를 가지는 평평한 도체면 [IEV 161-04-36]

4.8 결합면: 피시험기기에 근접한 물체에 정전 방전을 모의 적용하는 방전에 대한 금속판이나 면. HCP: 수평 결합면 ; VCP: 수직 결합면

4.9 유지 시간: 방전에 앞서 누설에 기인하는 시험 전압 감소 시간 간격으로 10%를 초과하지 않는다.

4.10 정전기 방전: 직접 접촉이나 근접한 다른 정전 전위 물체사이에서 발생하는전하의 전이[IEV 161-01-22]

4.11 (장해에 대한)내성: 정전 장해가 존재시 기능의 저하없이 동작하는 장치, 기기, 시스템의 능력. [IEV 161-01-20]

4.12 접촉 방전법: 시험발생기의 전극을 피시험기기에 접촉한 상태에서 정전기 방전 시험발생기내 방전 스위치에 의해 방전이 이루어지는 시험법

4.13 공기중 방전법: 정전기방전 발생기의 충전된 전극을 피시험기기에 근접시킨 상태에서 피시험기기에 스파크에 의한 방전이 이루어지는 시험법

4.14 직접방전 적용: 피시험기기에 대한 직접적인 방전적용

4.15 간접방전 적용: 피시험기기에 인접한 결합면에 대한 방전 및 피시험기기에 이웃한 물체에 대한 인체방전의 모의적용

5. 시험 레벨

정전기방전 실험에 대한 시험 레벨의 특별 범위는 표 1에 있다.

시험은 또한 표 1에서 주어진 것보다 더 낮은 등급에서도 만족해야 한다.

부록 A의 A.2절은 인체에 충전되어질 수 있는 전압레벨에 영향을 미치는 다양한 변수를 기술하였다. 또한, A.4절은 주변 환경 분류에 관련된 시험레벨의 적용 예를 포함한다.

접촉 방전은 선호되는 시험 방법이다. 공기중 방전은 접촉방전이 적용될 수 없을 곳에서 사용되어야 한다. 각 시험 방법에 대한 전압은 표 1a와 표 1b에 있다. 시험 방법이 다른 이유로 시험전압은 다르게 주어졌다. 이것은 시험 방법 간 시험난이도가 같다는 의미는 아니다.

더 많은 정보는 부록 A의 A.3, A.4, A.5절에 주어져 있다.

표 1 - 시험 레벨

1a - 접촉 방전		1b - 공기중 방전	
수준	시험 전압 kV	수준	시험 전압 kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
X ¹⁾	예외	X ¹⁾	예외
1)"X"는 개방 레벨. 레벨은 제공 되어진 기기의 규정에 따라 특별히 규정되어야 한다. 만약 규정된 것보다 전압이 높을 때 특수한 시험장비가 필요하다.			

6. 정전기방전 시험발생기

시험 발생기는 다음의 주요 부분으로 구성된다.:

- 충전용 저항 R_c ;
- 충전 커패시터 C_s ;
- 분포 커패시터 C_d ;
- 방전 저항 R_d ;
- 전압 지시기;

- 방전 스위치;
- 방전 전극의 상호교환 팁(그림 4 참조);
- 방전 회귀선;
- 전력 공급기.

그림 1은 정전기방전 발생기의 간단한 도표이다. 상세한 구조적 설명은 주어지지 않는다.

발전기는 6.1과 6.2에 주어진 조건을 만족해야 한다.

6.1 정전기방전의 특성과 수행

규정

- 에너지 저장 커패시터($C_s + C_d$): 150 pF \pm 10 % ;
- 방전 저항 (R_d): 330 Ω \pm 10% ;
- 충전 저항 (R_c): 50 M Ω 과 100 M Ω 사이;
- 출력 전압(주 1 참조): 접촉방전에 대해서는 8 kV (일반적)까지;
공기중 방전에 대해서는 15 kV (일반적)까

지;

- 출력 전압 지시기의 허용범위: \pm 5 % ;
- 출력 전압의 극성: 양극과 음극(스위치로 조정가능);
- 유지 시간: 최소한 5초;
- 방전의 동작방법(주 2 참조): 일회방전(연속 방전 사이의 시간은 적어도 1초)
- 방전 전류의 파형: 6.2 참조.

주 - 1 개방 회로 전압은 에너지 저장 커패시터에서 측정한다.

2 발전기는 조사만을 목적으로 할 때는 초당 최소 20 회의 연속 방전을 발생 시킬 수 있어야 한다.

발생기는 기생 효과에 의해 피시험기기 또는 보조 시험 기기에 장애를 일으키지 않기 위해서, 펄스나 연속적 형태의 의도되지 않은 방사나 유도 방출을 막을 수 있는 방법을 갖추어야 한다.

에너지 저장 커패시터, 방전 커패시터, 그리고 방전 스위치는 가능한 방전 전극에 가깝게 위치해야 한다.

방전 팁의 치수는 그림 4에 있다.

공기중 방전 시험법에 대해서도 동일한 발생기가 사용되며 방전 스위치는 닫혀 있어야 한다. 발생기는 그림 4에 보여진 둥근 팁에 부합되어야 한다.

시험 발생기의 방전 회귀선은 일반적으로 2 m 길이이어야 하며 발생기가 파형의 규정을 만족시키도록 구성되어야 한다. 정전기방전 시험동중 단자를 통하여 인체 또는 도체면에 방전전류가 흐르는 것을 막기 위해 충분히 절연시켜야 한다.

2 m 길이의 방전 회귀선이 불충분한 경우(예를 들어 대형 피시험기기들)에 3 m 를 초과하여 정전기방전을 사용하지 않아야 하며 파형의 규정에 부합됨을 검증 받아야 한다.

6.2 정전기방전 발생기의 특성 검증

다른 시험 발생기에서 얻어진 시험 결과를 비교하기 위해서 표 2에 나타난 특성은 시험중에 사용된 방전 회귀선을 사용하여 검증되어야 한다.

표 2 - 파형 변수

레벨	지시된 전압 kV	방전 전류의 첫 첨두 $\pm 10\%$ A	방전 스위치에서 상승 시간 t_r ns	30ns에서 전류($\pm 30\%$) A	60ns에서 전류($\pm 30\%$) A
1	2	7.5	1에 대해 0.7	4	2
2	4	15	1에 대해 0.7	8	4
3	6	22.5	1에 대해 0.7	12	6
4	8	30	1에 대해 0.7	16	8

검증 절차중 정전기방전 발생기의 출력 전류의 파형은 그림 3을 만족시켜야 한다.

방전 전류의 특성치는 1000 MHz 대역폭을 갖는 측정 장비로 검증되어야 한다. 낮은 대역폭은 초기 첨두 전류의 크기와 상승시간의 측정에 한계를 갖고 있다.

검증에서 방전 전극의 팁은 전류-감응 변환기에 직접 연결되어야 하며 발생기는 방전 모드에서 동작해야 한다.

정전기방전 발생기의 성능 검증에 대한 전형적인 배치 는 그림 2와 같다. 목표의 대역폭은 1000 MHz보다 커야 한다. 전류-감응 변환기에 대해 가능한 설계 구조상의 상세 설명은 부록 B에 주어져 있다.

그림 2와 다른 크기를 갖는 실험용 패러데이 상자를 사용하는 배치가 허용된다; 표적 면과 패러데이(Faraday) 상자의 분리가 또한 허용된다. 그러나 두 경우에 감응기와 정전기방전 발생기의 접지단의 거리는 1 m를 유지해야 하며, 방전 회귀선의 위치 또한 마찬가지다.

정전기방전 발생기는 승인된 품질 보증 시스템에 따라 정의된 시간 주기에서 재 교정되어야 한다.

7. 시험 배치

시험 장비는 다음 방법에 따라 피시험기기에 직접, 간접 방전 적용을 수행하기 위해 필요한 시험 발생기, 피시험기기와 보조 기구로 구성된다:

- 가) 도체면과 결합면에 대한 접촉 방전
- 나) 절연면에서의 공기중 방전

시험은 두 가지 다른 형식으로 구분되어 진다.

- 시험실에서 수행되는 형태(일치)의 시험
- 기기가 최종 설치된 조건에서 수행되는 설치 후 시험

선호되는 측정방법은 시험실에서 수행되는 시험형태이다.

피시험기기는 만약 설치에 대한 제조자의 지시가 있다면 그것에 맞추어 배치하여야 한다.

7.1 시험실에서 수행된 시험을 위한 시험배치

다음 요구조건은 8.1에 기술된 환경기준 조건하에서 시험실에서 시험이 수행될 때 적용된다.

기준접지면은 시험실 바닥에 설치되어야 한다. 최소한 두께가 0.25 mm인 금속 판(구리 또는 알루미늄)이어야 한다; 다른 금속물질이 사용될 수 있으나 그것은 최소한 0.65 mm 두께이어야 한다.

기준면의 최소 크기는 1 m^2 이나 정확한 크기는 피시험기기의 크기에 달려있다. 모든 면에 대해 적어도 0.5 m 길이가 유지되도록 피시험기기 또는 결합면의 크기 이상으로 설치해야 하며 보호접지 구조에 연결되어야 한다.

지역별 안전규격 규정을 항상 만족해야 한다.

피시험기기는 그것의 기본 요구조건에 따라서 정리되고 연결되어야 한다.

시험 기기와 시험실 벽과 그 밖의 금속구조는 최소 1 m 거리를 유지해야 한다.

피시험기기는 설치규정에 따라서 접지 구조에 연결되어야 한다. 부가적인 접지 연결은 허용되지 않는다.

전원과 신호선의 위치지정은 실제 설치의 대표적인 위치이어야 한다.

정전기방전 발생기의 방전 회귀선은 기준접지면에 연결되어야 한다. 이 선의 전체 길이는 일반적으로 2 m이다.

이 길이를 초과하여 길이가 선택된 지점에서 방전을 적용시킬 필요가 있을 경우에는 가능한 초과된 길이는 접지면으로부터 유도성이 없는 곳에 놓여져야 하며, 시험 장비의 다른 전도성 부분의 0.2 m 이내에 있지 않아야 한다.

고주파 적용을 위해 클램핑 장치를 사용하는 것과 같이 접지선의 접지기준면과의 연결 및 모든 접합은 임피던스가 낮아야 한다.

방전의 간접 적용을 허용하는 예에 연결면은 규정되어 있는 곳에서 접지면과 같은 두께와 같은 물질로 구성되어야 한다. 그리고, 연결면은 각 끝단에 위치한 470 kΩ 저항을 가지는 선을 경유하여 기준접지면에 접속되어야 한다. 이러한 저항은 방전 전압을 견딜수 있어야 하며 선이 기준접지면 위에 놓여지는 경우에 기준접지면에 단락을 피하기 위해 절연되어야 한다.

기기의 다른 형태에 대한 부가적 규정은 다음에 주어져 있다.

7.1.1 탁상형 기기

시험 장비는 접지면에서 0.8 m 높이에 있는 나무 탁자로 구성된다.

1.6 m × 0.8 m 수평연결면(HCP)이 탁자위에 놓여져야 한다. 피시험기기와 선들은 0.5 mm 두께를 지닌 절연 지지물에 의해 연결면과 분리되어야 한다.

만약 피시험기기가 너무 커서 수평결합면(HCP)의 모든 면으로부터 최소한 0.1 m 에 떨어진 곳에 위치 할 수 없다면, 부가적으로 동일한 수평결합면(HCP)가 사용되어야 하며 처음으로부터 0.3 m 인 곳에 짧은 면이 인접하게 설치되어야 한다. 탁자는 확장되거나 두 개의 탁자가 사용되어야 한다. 수평결합면(HCP)들

은 함께 묶여져서는 안되며, 그렇지 않으면 기준접지면에 저항성 선을 경유해야 한다.

피시험기와 관계된 어떠한 설치 지지대라도 적절한 장소에 있어야 한다.

탁상 기기에 대한 시험 장비의 예는 그림 5에 있다.

7.1.2 바닥설치형 기기

피시험기와 선들은 약 0.1 m 두께의 절연 지지물에 의해 접지면으로부터 분리되어야 한다.

바닥설치형 기기에 대한 시험 장비의 예는 그림 6에 있다.

피시험기와 관계된 어떠한 설치 지지대라도 적절한 장소에 있어야 한다.

7.1.3 비접지 기기에 대한 시험 방법

시험 방법은 접지 연결을 배제하여 설계한 시스템 또는 설치 사양 제품의 부분 또는 제품, 휴대용 제품, 배터리로 동작되고 이중 절연된 제품을 포함한 부분품 또는 제품(Ⅱ급 기기)에 대해 적용할 수 있는 것으로 부가절에 기술되어 있다.

배경 : 비접지 제품 또는 비접지 제품의 부분품은 I 급 기기의 주전원으로 공급 되는 제품과 유사하게 정전기방전을 할 수 없다. 만약 충전 전위가 다음 정전기 방전 펄스가 적용되기 전에 제거되지 않았다면 피시험기 또는 피시험기 부분에 의도된 시험 전압의 2배 이상의 스트레스를 가할 수 있다. 그러므로 이중 절연된 기기는 비현실적으로 높은 전위가 충전되고 Ⅱ급기기의 절연 용량성에 여러 번의 정전기 방전 에너지가 축적되어 매우 높은 에너지에 의해 절연 전압이 파괴되어 방전된다.

일반적인 시험배치는 7.1.1과 7.1.2절 각각에 기술된 것 중에 하나와 동일해야 한다.

단일 정전기 방전은 직접방전 또는 간접방전중 하나를 시뮬레이션하기 위해 피시험기에 충전되는 전위는 다음 정전기 방전 펄스를 적용하기 전에 제거되어야 한다.

금속지점 또는 금속부분에 정전기 방전 펄스가 적용되어야 하지만 커넥터의 외관, 배터리 충전 핀, 금속성 안테나는 정전기 시험 펄스가 적용되기 전에 제거되어야 한다.

하나 또는 여러 개의 금속성으로 접근 가능한 부분은 정전기 방전 시험이 적용되어야 하고, 충전은 정전기 방전 필스가 이 부분에 적용되기 전에 제거되어야 하며 제품의 다른 접촉 가능한 지점과 이 사이의 블리더 저항에 대해서는 주어진 방법으로 보증할 수 없다.

케이블과 함께 470 k Ω 블리더 저항을 수평과 수직 연결면에 하나를 7.1을 참조하여 사용한다.

피시험기와 수평결합면(HCP)(탁상형 기기), 피시험기와 기준접지면(바닥설치형 기기)사이의 용량성은 피시험기의 크기에 의해 결정되고 블리더 저항으로 연결된 케이블은 정전기 방전 시험이 되는 동안 설치된다.

하나의 저항은 방전케이블에서 피시험기의 시험지점으로부터 20 mm 이내로 가능한 근접하게 연결되어야 한다.

두 번째 저항은 탁상형 기기(그림 8참조)의 수평결합면(HCP) 또는 바닥설치형 기기(그림 9참조)의 기준접지면(GRP)에 연결되는 케이블의 끝부분에 연결된다. 케이블에 존재하는 저항은 어떤 제품의 시험 결과에 영향을 줄 수 있다.

논쟁의 경우에는 연속되는 방전사이에서 충분히 감소되는 것을 제공하기 위해 케이블이 설치된 시험보다 연결이 안된 상태의 정전기 필스를 가하는 시험이 우선적으로 수행된다.

다른 방법으로 다음의 선택 사항을 사용할 수 있다.

- 연속적인 방전사이의 시간 간격은 피시험기로부터 전위가 자연적으로 감소되도록 충분히 시간을 연장해야 한다.
- 접지연결 케이블로 탄소섬유 브러쉬(Brush)와 함께 블리더 저항 470 k Ω x 2를 사용한다.
- 이러한 환경에서 피시험기의 자연적 방전을 가속하기 위해 공기 이온화 장치를 사용한다.

공기중 방전 시험시에는 이온화장치는 켜고 실시한다.

선택 방법을 사용하여 시험되었다면 시험 성적서에 기록되어야 한다.

주) 전위감소 관련한 논쟁의 경우에 비접촉 전계장 미터로 피시험기의 전위를 모니터링 할 수 있다. 전위의 초기 값이 10 % 이하로 감소될 때, 피시험기

기는 방전되는 것으로 간주한다.

정전기 방전 시험 발생기의 팁은 피시험기기의 표면에 통상(수직)적으로 고정되어야 한다.

7.1.3.1 탁상형 기기

탁상형 기기에 대해서 7.1.1과 그림 5에 기술된 것처럼 수평결합면 위에 0.5 mm 두께의 절연 물질을 위치시킨 후 그 위에 위치시킨다.

피시험기기에서 금속성의 접촉 가능한 부분일 경우에는 정전기방전 펄스가 적용되어야 하고 피시험기기에서 가능하며, 이 부분은 블리더 저항이 연결된 케이블을 경유하여 수평결합면에 연결되어야 한다.(그림 8참조)

7.1.3.2 바닥설치형 기기

어떠한 금속성이 대지 기준면에 연결이 되어있지 않으면 바닥설치형기기는 7.1.2와 그림 6과 유사하게 설치되어야 한다.

블리더 저항이 연결된 케이블은 정전기 방전 펄스를 인가할 접촉 가능한 금속 부분과 대지 기준면(GRP) 사이에서 사용되어야 한다.(그림 9참조)

7.2 후 설치 시험에 대한 시험 장비

이러한 시험은 선택적이며 검증 시험에 대하여 강제가 아니다; 제조자와 소비자 사이에 동의가 있으면 그것들은 적용될 수 있다. 다른 공용으로 배치된 기기가 예상치 않은 영향을 받는 것을 고려해야 한다.

기기나 시스템은 마지막 설치 조건을 시험받아야 한다.

방전 회귀 케이블의 용이한 연결을 위해 기준접지면(ground reference plane)은 설치할 바닥에 있어야 한다. 즉 피시험기기와 가깝게 대략 0.1 m 거리에 놓여야 한다. 이 면은 적어도 두께가 0.25 mm 이상인 구리나 알루미늄 이어야 한다. 두께가 최소한 0.65 mm 정도라면, 다른 금속이 사용되어도 된다. 설치가 허용되는 면은 대략 폭이 0.3 m, 길이가 2 m 정도이어야 한다.

이 기준접지면은 보호 접지 시스템(protective earthing system)에 연결되어야 한다. 이것이 불가능한 장소에서는 가능하면 피시험기기의 접지 단자에 연결되

어야 한다.

정전기방전 발생기의 방전 회귀 케이블은 피시험기기와 가까운 지점에서 접지면에 연결되어야 한다. 금속 테이블위의 피시험기기가 설치된 곳에서 테이블은 전하가 모이는 것을 막기 위해 각각의 끝에 470 kΩ용 저항을 가지는 케이블을 통해 접지면과 연결되어야 한다.

설치 후 시험을 위한 장치의 예가 그림 7에 나와 있다.

8. 시험 절차

8.1 시험실 기준 조건

시험 결과에서 환경 요인의 영향을 최소화하기 위해 시험은 8.1.1과 8.1.2에 정해진 기후적, 전자기적 기준 조건에서 수행되어야 한다.

8.1.1 기후적 조건

공기중 방전 시험의 경우에 기후 조건은 다음의 범위내에 있어야 한다.

- 주위 온도 : 15 °C 에서 35 °C 사이
- 상대 습도 : 30 % 에서 60 % 사이
- 대기 압력 : 86 kPa (860 mbar) 에서 106 kPa (1060 mbar) 사이

주 - 다른 값들은 제품 사양에 규정되어 있다.

피시험기기는 요구되는 기후 조건에서 동작하여야 한다.

8.1.2 전자파 환경조건

시험실의 전자기 환경이 시험 결과에 영향을 주어서는 안된다.

8.2 피시험기기의 동작

시험 프로그램과 소프트웨어는 피시험기기가 동작하는 모든 모드에서 동작을 연습을 하기 위해 선택되어야 한다. 특별한 동작 소프트웨어의 사용도 가능하나, 피시험기기가 충분히 동작됨을 보일 때만 허용된다.

적합성 시험을 위해 피시험기기는 예비 시험에 의해서 결정되어야만 하는 가장 민감한 모드(프로그램 주기)에서 계속해서 동작되어야 한다.

만약 감시 장비가 필요하다면, 잘못된 결과 판정 가능성을 줄이기 위해 감시 장비가 분리되어야 한다.

8.3 시험의 수행

시험은 계획에 따라 피시험기기에 방전을 직접, 간접적으로 적용함으로써 수행된다. 시험은 다음을 포함해야 한다.

- 피시험기기의 대표적인 동작 조건
- 피시험기기가 탁자위에서 시험되어야 하는가 또는 바닥에서 시험되어야 하는가
- 방전이 적용되는 지점
- 각 지점에서 접촉 방전이 적용될지 또는 공기중 방전이 적용될 지에 대한 내용
- 적용될 시험 레벨
- 형식(적합성) 시험을 위해 각 지점에서 적용될 방전의 수
- 설치 후 시험이 또한 적용되어야만 할지에 대한 내용

시험 계획의 여러 관점을 세우기 위해 몇 가지 조사 시험을 수행하는 것이 필요할 수 있다.

8.3.1 피시험기기로의 직접 방전

일반, 관련제품 또는 제품군 규격에 명확히 규정되어 있지 않았다면, 정전기 방전은 통상 사용하는 동안 사람의 접촉이 가능한 피시험기기의 표면과 이들 지점에 적용되어야 한다. 다음의 사항을 배제하여 적용한다.(다시 말하면, 정전기 방전을 이들 항목에 적용하지 않는다.)

가) 유지관리를 위한 접촉 가능한 지점과 표면의 경우에 특별히 정전기 방전을 완화한 절차를 문서에 포함시켜야 한다.

나) 사용자가 서비스를 위해 단지 접촉 가능한 지점과 표면에 적용한다. 드물게 접촉 가능한 지점의 예는 다음과 같다. 예를들면, 배터리 교체를 위한 배터리 접촉부, 자동응답 전화기 등

다) 사용자를 위한 사용 교육 후 또는 고정 설치 후에 더 이상 접촉할 수 없는 제품의 표면과 지점에 적용한다.

예를들면, 제품의 벽면 또는 바닥, 끼워진 커넥터의 뒷면

라) 금속 커넥터 외관이 제공된 여러 핀의 커넥터와 동축 접촉물에 적용한다.

이 경우에 접촉 방전은 커넥터의 금속 외관에만 적용되어야 한다.

비도전성(예를들면, 플라스틱) 커넥터에 있는 접촉물이 접촉할 수 있는 것은 공기중 방전으로만 시험되어야 한다. 이 시험은 정전기 시험 발생기의 둥근 팁 평거를 사용하여 수행되어야 한다.

일반적으로 6가지 경우가 고려된다.

경우	커넥터 외관	커버 물질	공기중 방전	접촉방전
1	금속성	없음	-	외관
2	금속성	절연	커버	접근 가능한 외관
3	금속성	금속성	-	외관과 커버
4	절연	없음	a	-
5	절연	절연	커버	-
6	절연	금속성	-	커버
주. 커넥터 핀에 정전기 실드가 제공된 커버의 경우에, 정전기방전 경고 라벨이 제품의 커버 위 또는 커넥터 가까운 곳에 부착되어야 한다.				
a 제품(군) 규격에서 절연된 커넥터의 개별 핀에 시험이 요구된다면, 공기중방전이 적용되어야 한다.				

마) 커넥터의 접촉물 또는 다른 접촉 가능한 부분은 정전기 방전에 민감하기 때문이다. 왜냐하면 기능적인 이유 때문이며 정전기 방전 경고 라벨이 제공되어야 한다. 예를들면, 측정하는 고주파 입력, 수신 또는 다른 통신기능.

배경 : 많은 커넥터 포트는 고주파 정보를 처리하도록 설계되어 있고, 아날로그 또는 디지털이건 충분한 과전압 보호장치를 제공할 수 없다. 아날로그 신호의 경우에는 대역통과 필터로 해결할 수 있다. 피시험기기의 주파수에서 과전압 보호 다이오드는 매우 높은 부유용량을 가지고 있어 유용하게 되도록 설계된다.

이전의 모든 경우에서 특별히 정전기 약화절차가 권장되고 문건에 첨부하여 주

어저야 한다.

시험 전압은 실패 임계점을 결정하기 위해 최소값으로부터 선택된 시험 레벨까지 증가되어야 한다(5절 참조.) 최종 시험 레벨은 장비에 해가 되는 것을 막기 위해 제품 사양을 넘어서는 안 된다.

시험은 단일 방전들로 수행되어야 한다. 미리 선택된 지점에 대해 적어도 10회 단일 방전(가장 민감한 극성으로)이 적용되어야 한다.

연속적인 단일 방전 사이의 시간 간격에 대해서 초기 값은 1 s 가 좋다. 더 긴 시간 간격이 시스템 오류가 일어났는지를 결정하기 위해 필요할 지도 모른다.

주 - 방전이 적용되어야 하는 지점은 1 초당 20회 이상의 반복률로 방전이 되풀이된 조사에 의해 선택되어진다.

정전기방전 발생기는 방전이 적용되어지는 표면에 수직되게 놓여져야 한다. 이것이 시험 결과가 반복되는 것을 개선한다.

정전기방전 시험발생기의 방전 회귀 케이블은 방전이 되는 동안 피시험기로부터 적어도 0.2 m 정도 떨어져 있어야 한다.

가까운 방전의 경우에는 방전 전극의 끝이 방전 스위치가 작동되기 전에 피시험기와 닿아야 한다.

전도 물질을 덮고 있는 페인트칠이 된 표면의 경우에는 다음 과정이 적용되어야 한다:

코팅이 장비 제조업자에 의해 절연 코팅이라고 명시되어있지 않다면, 그 때는 발생기의 뾰족한 끝은 전도 물질과 닿기 위해 코팅을 통과해야 한다. 제조업자에 의해 절연으로 명시된 코팅은 공기중 방전 되어야만 한다. 접촉 방전 시험은 그러한 표면에 적용되어선 안 된다.

공기중 방전의 경우에 방전 전극의 원형 방전 끝은 기계적인 손상이 없이 피시험기와 맞닿기 위해 가능한 한 빨리 근접해야 한다. 각각의 방전 후에 정전기방전 발생기(방전 전극)는 피시험기로부터 제거되어야 한다. 그리고 나서 발생기는 새로운 단일 방전을 위해 재충전되어야 한다. 이런 과정이 방전이 끝날 때까지 계속되어야 한다. 공기중 방전 시험의 경우에 접촉 방전에 대해 사용되어지는 방전 스위치는 꺼야 한다.

8.3.2 간접 방전

피시험기기 근처에 위치하거나 설치된 물체에 방전되는 것은 접촉 방전 모드에서 정전기방전 발생기의 방전을 결합면에 적용함으로써 모의시험을 할 수 있다.

8.3.1에서 기술된 시험 절차와 더불어 8.3.2.1과 8.3.2.2에 주어진 요구 사항이 만족되어야 한다.

8.3.2.1 피시험기기 아래의 수평 결합면

수평 결합면에 인가되는 방전은 수평 결합면의 가장자리에서 수평적으로 이루어져야 한다.

최소 10회 단일 방전은 가장 민감한 극성에서 피시험기기의 전면으로부터 0.1 m 와 피시험기기의 각 장치의 중심점 반대의 각 수평 결합면의 전면 가장자리에 적용되어야 한다. 방전 전극의 긴 축은 방전하는 동안 수평 결합면과 수직으로 전면 가장자리에 적용되어야 한다.

방전 전극은 수평 결합면의 가장자리에 접촉되어야 한다.(그림 5 참조)

추가적으로 시험에서 피시험기기의 모든 면에 대한 노출을 고려해야 한다.

8.3.2.2 수직 결합 면

적어도 열 개의 단일 방전(가장 민감한 극성에서)이 결합 면 중 하나의 수직 모서리의 중앙에 적용되어야 한다 (그림 5와 그림 6). 넓이가 0.5 m × 0.5 m 인 결합면은 피시험기기와 평행되게 놓여지고 피시험기기로부터 0.1 m 떨어진 자리에 위치해야 한다.

방전이 피시험기기의 네 면이 완전히 조명 받기 위해 충분히 다른 위치에서 결합면에 적용되어야만 한다.

9. 시험 결과의 평가

시험 결과는 제조자와 구매자간에 합의되거나 또는 시험 요청자나 제조자에 의해 적절한 성능 레벨이 정의되고 피시험기기의 성능 경감 또는 기능의 손실이 분류되어야 한다. 권장되는 등급은 다음과 같다.

가) 제조자, 요청자, 구매자에 의해 규정된 규제치내의 정상적인 성능일 것.

- 나) 피시험기기는 방해의 중단 후 기능의 일시적 기능저하 또는 손실이 중단되어야 하고 시험자의 중재없이 정상 성능으로 회복될 것.
- 다) 시험자 개입으로 기능이나 동작의 일시적인 기능 저하 또는 손실이 수정되는 상태
- 라) 데이터의 손실, 하드웨어 또는 소프트웨어 피해로 인한 기능의 저하 또는 손실이 회복될 수 없는 상태

제조자의 사양이 피시험기기의 시험에서 무시할 정도로 영향이 작다면 조건에 적합한 것으로 한다.

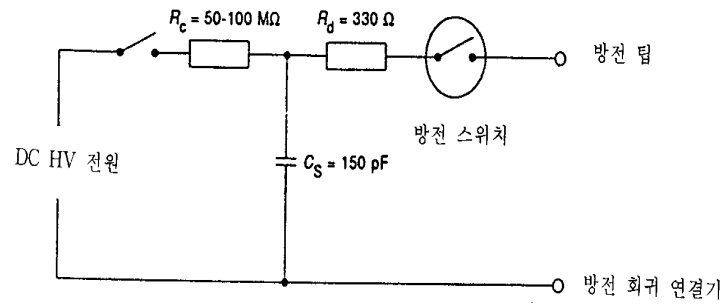
이 분류는 제조자와 구입자 사이의 성능 표준의 일치를 위한 구성으로 일반, 제품, 제품군 규격에 대한 위원회의 책임으로 성능 표준을 명확히 하는 안내로서 사용될 수 있다. 예를들면, 일반, 제품, 제품군 규격이 존재하지 않는 경우

10. 시험 성적서

시험 보고서에는 시험을 재현하기에 필요한 모든 정보가 포함되어야 한다. 특히 다음 사항이 기록되어야 한다.

- 이 규격의 8절에서 요구되는 시험 계획에 규정된 항목
- 피시험기기와 관련 기기의 확인. 예를들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험 장비의 확인. 예를들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험이 수행된 특별한 환경. 예를들면, 차폐환경
- 시험 수행을 하기 위한 특별한 조건
- 제조자, 요청자, 구매자에 의해 규정된 성능레벨
- 일반, 제품, 제품군 규격에 규정된 성능 판단기준
- 시험 방해가 적용되는 동안 및 적용 후에 관측되는 피시험기기의 어떠한 결과와 이들 결과의 지속시간
- 적합/부적합 판정에 대한 근거(제조자와 구매자 사이의 일치 또는 일반, 제품, 제품군 규격에서 규정한 성능 표준을 근거로 함)

- 사용 조건의 규정. 예를들면, 케이블 길이 또는 타입, 차폐 또는 접지, 피시험 기기의 동작 조건이 승인 획득시에 요구된다.



주 - 그림에서 생략된 C_d 는 발전기와 EUT, 그리고 GRP와 결합면 사이에 존재하는 분포 정전용량이다. 정전용량이 발전기 전체에 분포하기때문에 이 회로에서 보이는 것이 불가능하다.

CE-IEC 001/95

그림 1 - 정전기 방전 발생기의 간략도

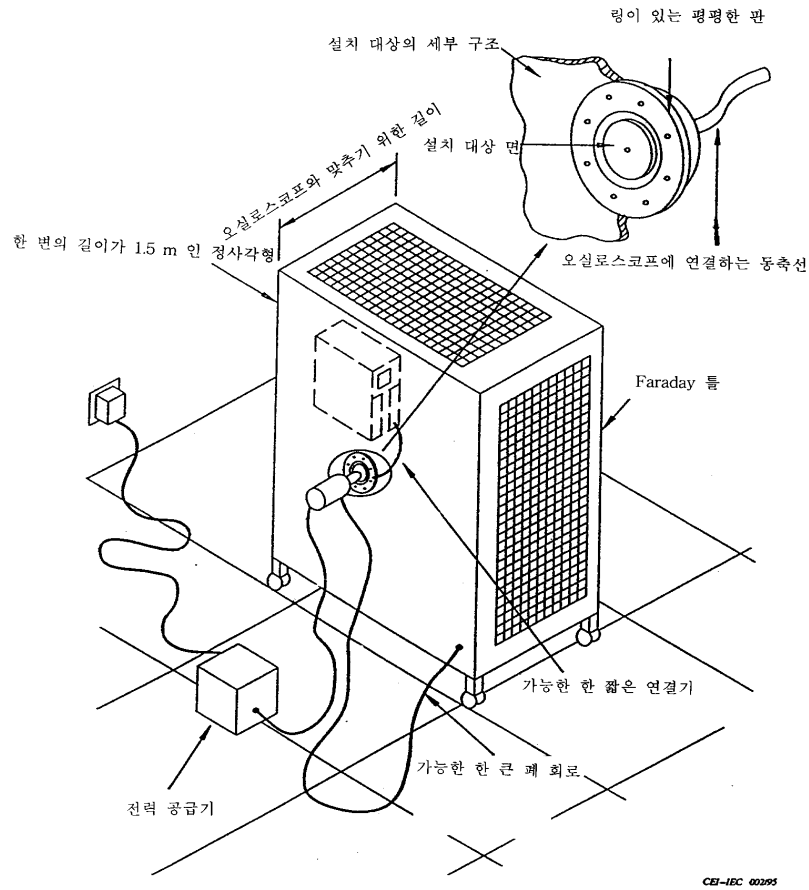
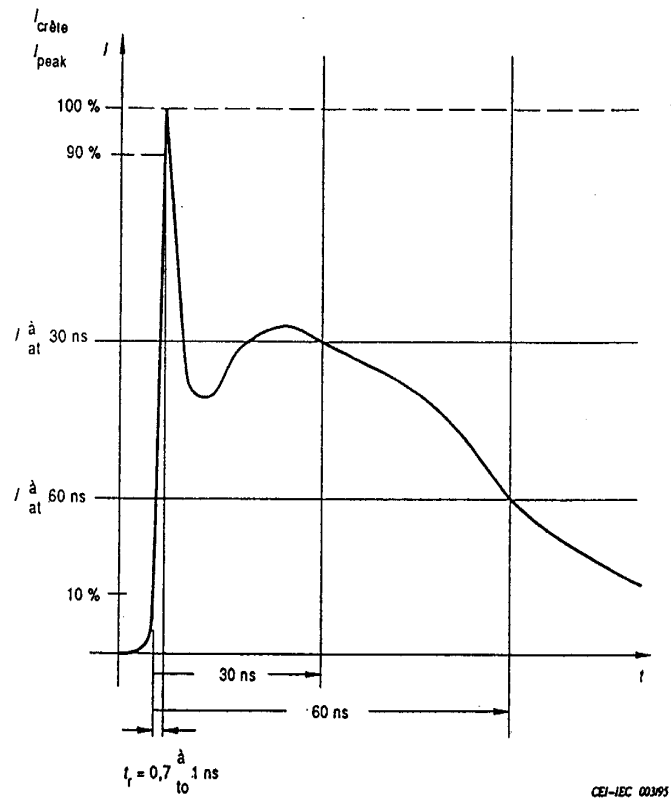


그림2 - 정전기 방전 발생기 성능 증명을 위한 배치 예



수치는 표 2에 나와 있다.

그림 3 - 정전기 방전 발생기의 출력 전류의 일반적 파형의 형태

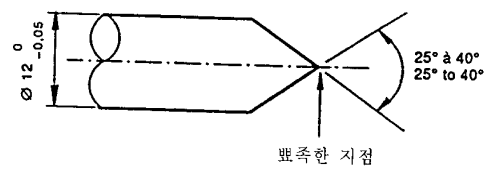
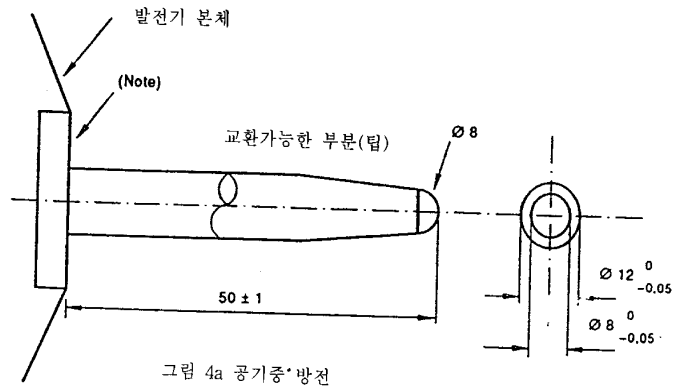


그림 4b 점촉 방전

CEI-IEC 00495

단위 : 밀리미터

Note - 방전 스위치(예. 진공 중계기)는 방전 전극의 팁에 최대한 가깝게 설치된다.

그림 4 - 정전기 방전 발생기의 방전 전극

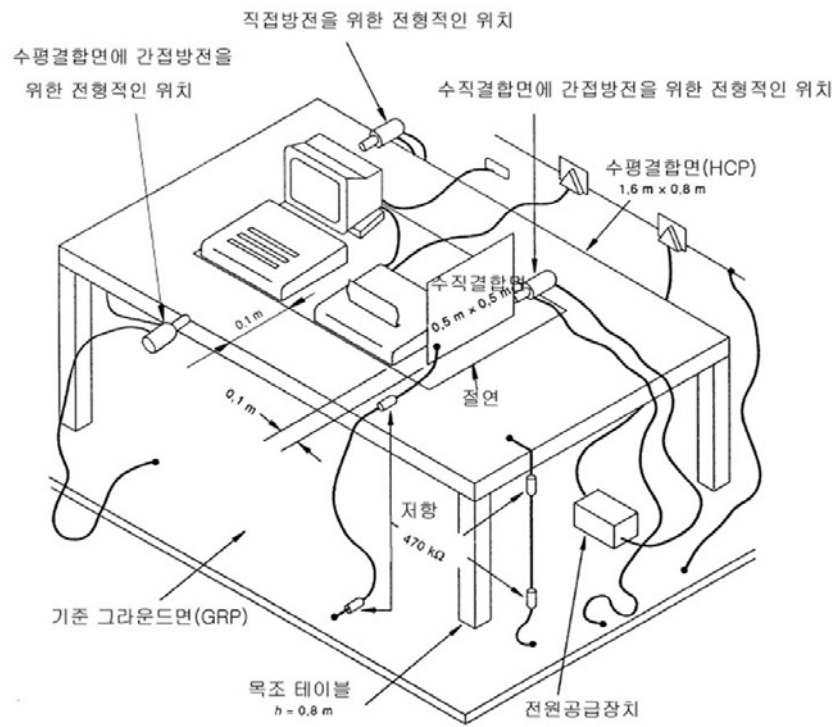


그림 5 - 시험실에서 시험시 탁상형 기기에 대한 시험 배치 예

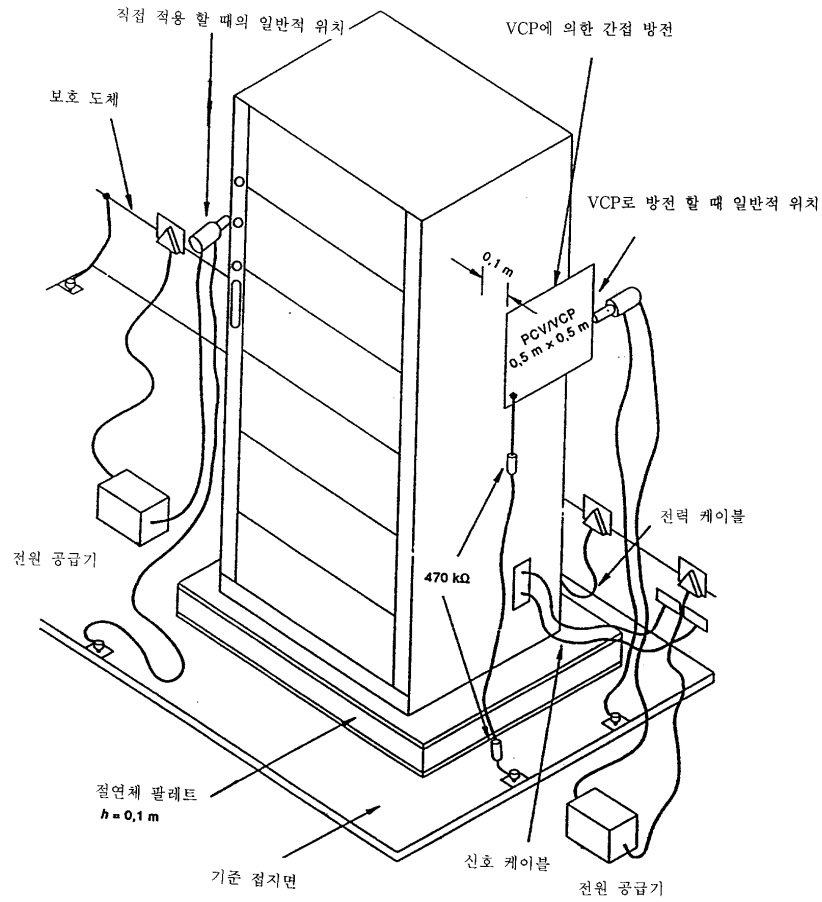


그림 6 - 시험실에서 시험시 바닥설치형 기기에 대한 시험 배치 예

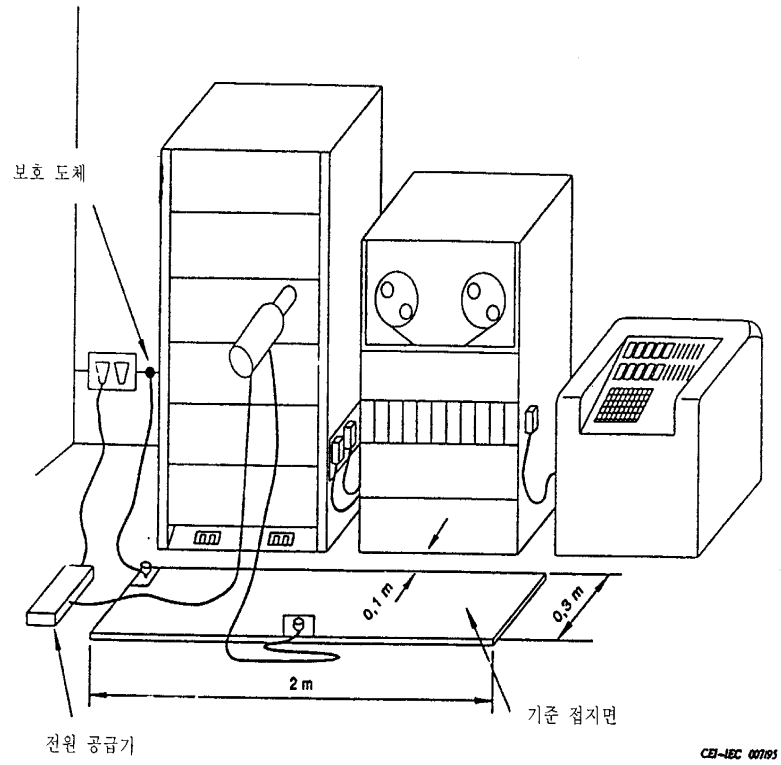


그림 7 - 후-설치 시험시 바닥설치형 기기에 대한 시험 배치 예

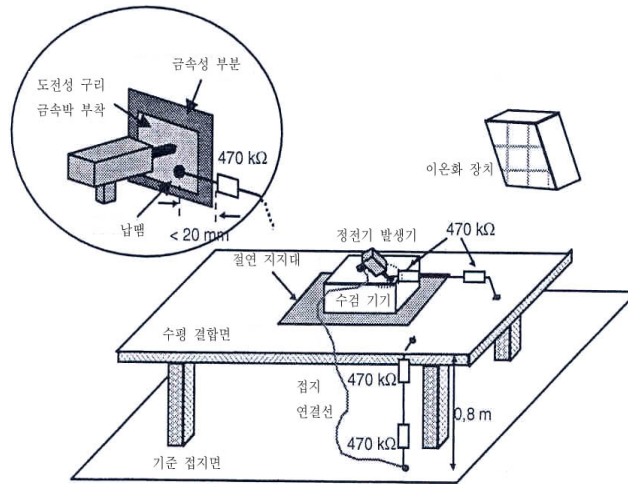


그림 8 - 비접지 탁상형 기기에 대한 시험 배치

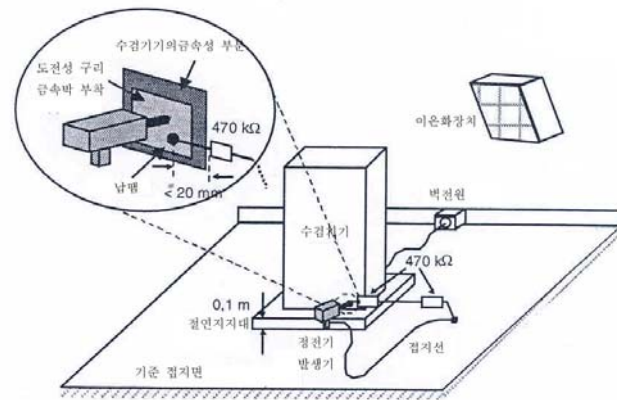


그림 9 - 비접지 바닥설치형 기기에 대한 시험 배치

부록 A (정보 (Informative)) 주석

A.1 전반적인 고찰

정전기의 방전으로부터 장비를 보호하는 문제는 제조업자와 사용자에게 상당히 중요하다.

제품과 시스템의 신뢰성을 높이기 위해 문제점의 양상을 정의하고 그 해답을 찾을 필요성이 마이크로 전자장비의 광범위하게 사용되는 것이 강조된다.

다양한 산업공장에서의 장비와 시스템의 광범위한 적용과 통제가 안되는 환경이 정전기 축적과 그로 인한 방전 문제에 점점 관계되고 있다.

장비는 또한 사람으로부터 근처의 물체로 방전이 일어날 때마다 전자기 에너지에 의해 영향을 받을 수도 있다. 또 방전은 장비 근처에 있는 의자와 탁자와 같은 금속 물체 사이에서 일어날 수 있다. 그러나, 현재까지의 제한된 경험에 근거하여, 이 기준에서 서술된 시험은 마지막장 현상에 대한 영향을 적절히 모의 시험을 할 수 있으리라 생각한다. 이러한 측면이 연구되고, 이 기준의 수정으로 이어질 것이다.

작동자 방전의 영향은 전자장비의 오작동이 되거나 손상이 될 수도 있다. 두드러진 영향은 방전 전류의 변수(상승시간, 지속시간 등)에 의존한다.

장비에 대해 발생하는 정전기 방전에 의한 바람직하지 않은 영향으로 부터의 예방을 지원할 도구를 가질 필요성과 그러한 문제의 인식이 이 기준에서 서술된 표준 시험 절차의 제정을 가져왔다.

A.2 전하의 레벨에서 환경 조건의 영향

정전하는 인조 직물과 건조한 대기의 조합에 의해 특히 많이 발생한다. 전하의 충전에는 많은 다양한 과정이 존재한다. 일반적인 상황은 사용자가 양탄자 위를 걷고 각 발걸음마다 몸으로부터 직물로 전자를 잃거나 얻는다. 사용자의 옷과의 의자 사이의 마찰이 또한 전하의 교환을 일으킨다. 작동자의 몸은 바로 또는 정전기 유도에 의해 전하가 채워질 수 있다. 후자의 경우에 사용자가 알맞게 접지되지 않는다면 전도 양탄자는 어떠한 보호도 주지 못한다.

그림 A.1은 서로 다른 식물들이 대기의 상대 습도에 따라 충전되어지는 전압을 보여준다.

장비는 인조 식물의 형태와 환경의 상대 습도에 따라 수 킬로볼트에 이르는 전압의 방전에 영향을 받을 지도 모른다.

A.3 공기에 대한 환경 레벨과 기중 및 접촉 방전의 관계

측정 가능한 양으로 사용자의 환경에서 구해진 정전압 레벨이 필요 내성을 정의하기 위해 적용되어진다. 그러나 에너지 전달은 방전에 앞서 존재하는 정전압의 함수이기보다는 방전 전류의 함수라는 것이 알려져 있다. 게다가 방전 전류는 일반적으로 높은 레벨 영역에서 선방전(pre-discharge) 전압에 비례한 값보다 작다고 알려져 있다.

선방전 전압과 방전 전류 사이에 비례하지 않는 관계에 대한 가능한 이유들은 다음과 같다.

- 높은 전압의 방전은 일반적으로 상승시간을 증가시켜서 선방전 전압에 비례하는 값보다 작은 방전 전류의 고 분광 성분을 유지하는 긴 호를 그리는 경로를 따라 일어난다.
- 전하의 양이 전형적인 전하 생성 과정에 대해 일정하다고 가정하면, 높은 전하 전압 레벨은 작은 정전용량에 대해 나타날 것이다. 반대로 큰 정전용량 값에 대한 높은 전하 전압 레벨은 일어나기 어려울 것 같은 많은 연속적인 생성 과정을 필요로 한다. 이것은 전하 에너지는 사용자의 환경에서 알려진 높은 전하 전압 사이에서 일정해지는 경향이 있다는 것을 의미한다.

위로부터의 결론으로 주어진 사용자의 환경에 대한 필요 내성은 방전 전류 크기의 형태로 정의 될 필요가 있다.

이 개념을 인식하면 시험 기기의 설계는 쉬워진다. 시험 기기의 전하 전압과 방전 임피던스의 선택에 있어서 균형을 이루는 것(trade-off)이 원하는 방전 전류 크기를 얻기 위해 적용될 수 있다.

A.4 시험 레벨의 선택

시험 레벨은 가장 현실적인 설치와 환경 조건에 일치하게 선택되어야 한다. 거기에 대한 지침은 표 A.1에 나와 있다.

표 A.1 - 시험 레벨의 선택에 대한 지침

분류	상대 습도 %	공전 방지 물질	인조 물질	최대 전압 kV
1	35	X		2
2	10	X		4
3	50		X	8
4	10		X	15

기구의 설치와 권장되는 환경등급은 이 기준의 5 절에서 윤곽이 잡혀진 시험 레벨과 관련이 있다.

예를 들어 나무, 콘크리트, 세라믹과 같은 몇몇 물질에 대해서 가능한 레벨은 레벨 2 보다 크지 않다.

주 - 특정 환경에서 적절한 시험 레벨의 선택을 생각할 때 정전기방전 효과의 결정적 매개 변수를 이해하는 것이 중요하다.

가장 중요한 매개 변수는 충전할 전압, 최대 방전 전류, 상승시간의 다양한 조합을 통해 얻어질 수도 있는 방전 전류의 변화율이 될 것 이다.

예를 들면, 15 kV 인조 환경 물질에 대해 필요한 정전기방전 스트레스는 이 기준에서 정의한 정전기방전시험발생기의 접촉 방전을 사용한 8 kV / 30 A, 등급 4 의 시험에 의해 감당할 수 있는 범위를 벗어난다.

그러나 인조 물질을 가진 매우 건조한 환경에서는 15 kV 이상의 높은 전압이 생긴다. 절연표면을 가지는 시험 장비의 경우에 15 kV까지의 전압을 가진 공기 방전방법이 사용될 수 있다.

A.5 시험 적용점 선택

예를 들어 고려 될 수 있는 시험 적용점으로는 다음 위치들이 포함 될 수 있다.

- 접지면으로부터 전기적으로 격리된 캐비닛의 금속 부분
- 제어 장치나 키보드 부분에 있는 어떤 점과 스위치나 손잡이, 그리고 버튼 그리고 사용자가 접근할 수 있는 장소와 같이 사람과 기계가 서로 교신해야 하는 지점들
- 표시기, LED, 구멍, 창살, 연결 고리 등

A.6 접촉 방전방법의 이용에 대한 기술적인 해석

일반적으로 이전 시험 방법(공기 중 방전)의 재현성은 펄스 상승시간과 방전 전류의 크기를 변화시키는 방전 팁의 접근 속도, 습도및 시험 장비의 구성과 같은 요소들의 영향을 받았다.

정전기방전 시험기기의 이전 설계에서 정전기방전 결과는 방전 팁을 통해 피시험기로 방전하는 충전된 커패시터에 의해 모의 시험되었고 방전 팁은 피시험기기의 표면에 전기 불꽃 간극을 형성하였다.

전기 불꽃은 매우 복잡한 물리 현상이다. 이동하는 전기 불꽃 간극 방전 전류의 상승시간(또는 상승 슬로프: rising slope)을 조정할 수 있다. 접근 속도의 변화에 따라 1 ns 이하에서 20 ns 이상까지 변화시킬 수 있다.

접근 속도 상수를 일정하게 유지하는 것이 상승시간을 일정하게 하지는 않는다. 전압속도의 어떤 조합에 대하여 상승시간은 30%정도까지 올라 변동한다.

상승시간을 안정시키기 위하여 제안된 한 방법은 기계적으로 고정된 스파크 갭을 이용하는 것이다. 이런 방법으로 상승시간은 안정되지만 이 방법을 추천할 수는 없다. 왜냐하면 이 방법으로 얻은 상승시간이 모의시험 하려는 자연 상태의 상승시간보다 훨씬 느리기 때문이다.

실제 정전기방전 결과의 고주파 성분은 이 방법으로는 적절하게 모의시험 되지 않는다. 개방 전기 불꽃 대신에 다양한 종류의 트리거 장비(예, 가스 튜브나 사이러트론)를 사용하는 것이 가능하다. 그러나 그런 장비의 트리거 장비는 실제 정전기방전 결과의 상승시간에 비하여 여전히 훨씬 느린 상승시간을 만들어 낸다.

반복적으로 되풀이되는 빠른 방전 전류를 만들어 낼 수 있는 유일한 트리거 장비는 릴레이로 알려져 있다. 릴레이는 충분한 전압 용량과 단일 접촉(상승부에서 이중 방전을 피하기 위해)을 가져야 한다. 높은 전압에 대해 진공 릴레이가 유용한 것으로 알려져 있다. 트리거 장비로 릴레이를 사용하면 측정된 방전 펄스 형태가 상승부에서 훨씬 더 재현성이 좋을 뿐만 아니라 실제 피시험기기를 가지고 시험한 결과에서도 재현성이 더욱 좋은 것으로 밝혀졌다.

따라서 릴레이를 사용한 충격 시험기가 지정된 전류 펄스(크기와 상승시간)를 만드는 장치이다.

이 전류는 A.3 절에 기술된 것과 같이 실제 정전기방전 전압에 관련되어 있다.

A.7 정전기방전 시험발생기에 대한 전극 선택

축전 콘덴서가 사람의 몸에 의한 정전용량을 나타내기 위해서 사용되어야 한다. 150 pF 의 정격치가 이러한 목적에 적당한 것으로 결정되어 있다.

330 Ω 의 저항값이 열쇠나 도구와 같은 금속 물체를 잡고 있는 인체의 저항을 나타내기 위해 선택되어 있다. 이런 금속 방전 상황은 시험 지역에서 사람에 의한 모든 방전을 나타내기에 충분히 엄밀하다.

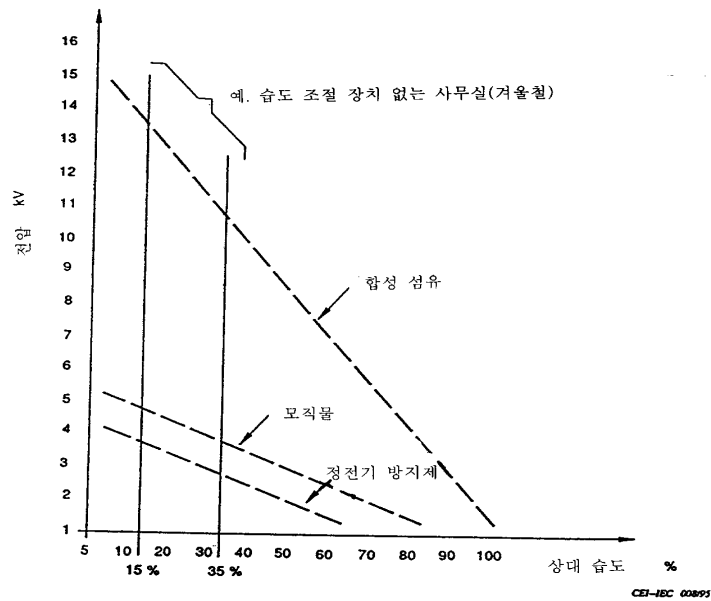


그림 A.1 - A.2 절에서 언급된 물질에 접촉해 있는 동안 대전된 운전자의 최대 정전기 전압

부록 B
(정보 (Informative))
구조적인 세부사항

B.1 전류 탐지 변환기

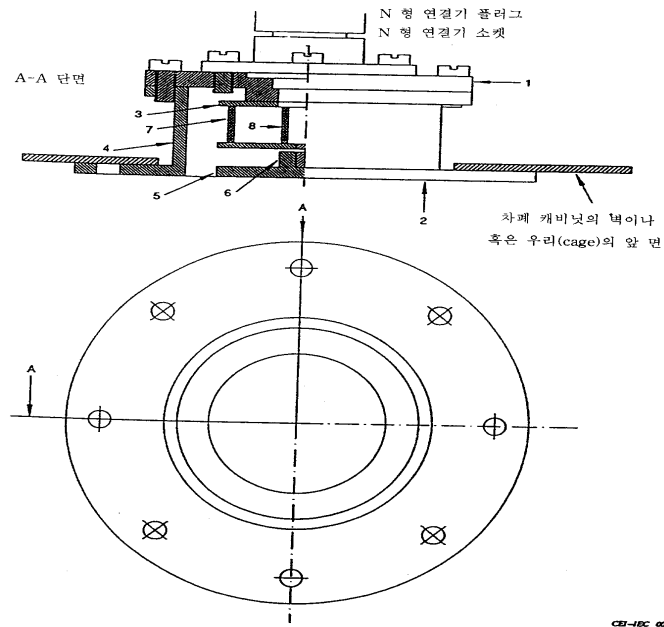
가능한 전류 감지 변환기에 대한 세부적인 구조가 그림 B.1 에서 B.7 까지 나타나있다.

조립품을 만들 때는 다음 절차를 따라야 한다.

- 1) 부하 저항 “7” (51 Ω , 5 %, 0.25 W) 25개를 출력 측 디스크 “3” 과 납땜하고 결합된 단자를 반듯하게 다듬는다.
- 2) 오각형 배치의 정합 저항 “8” (240 Ω , 5 %, 0.25 W) 5개를 N 형의 동축 구조인 출력 연결기와 납땜한다.
- 3) 부하 저항이 완비된 출력 측 디스크 “3”을 조립해서 6.5 mm 길이의 M2.5 Pan Hd 나사 4개를 쓴 출력 연결기 이음매로 만든다.
- 4) 정합 저항이 완비된 출력 연결기와 “7”을 조립해서 M3 나사 4개를 쓴 출력 연결기 이음매 “1”을 만든다.
- 5) 나사가 죄여져서 결합된 전극 “6”을 지지하는 나사를 가진 입력 디스크 “4”를 부하 저항 그룹과 정합 저항 그룹 양쪽 모두에서 납땜하고 결합된 단자를 다듬는다.
- 6) 전극 “6”을 위한 나사 지지대에 평판 전극 디스크 “5”를 나사로 쥔 다음 6.5 mm 길이의 M3 Pan Hd 나사 8개를 사용하여 “2”를 고정하는 토대를 조립한다.

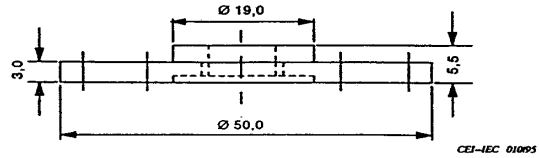
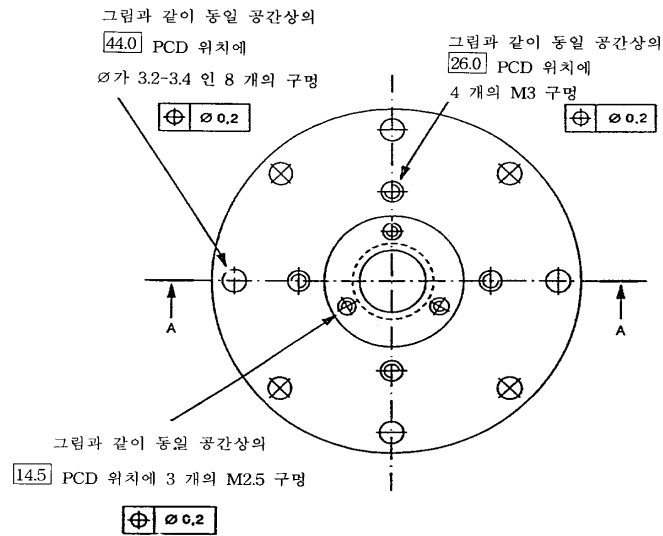
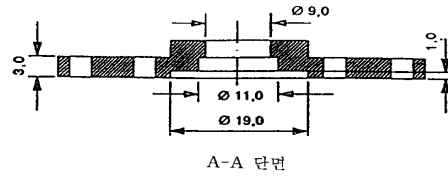
B.2 유도 전류 시험

설명과 구조적인 세부 사항은 심의중이다.



Item	Qty	단위	QTY
1	1	M3 PAN HD SC x 6,5 mm LG	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5 PAN HD SC x 5,0 mm LG	3
6	1		
7	25	저항 51 Ω	
8	5	저항 240 Ω	

그림 B.1 - 저항성 부하의 세부 구조



단위 : 밀리미터

재질과 마무리:은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림 B.2

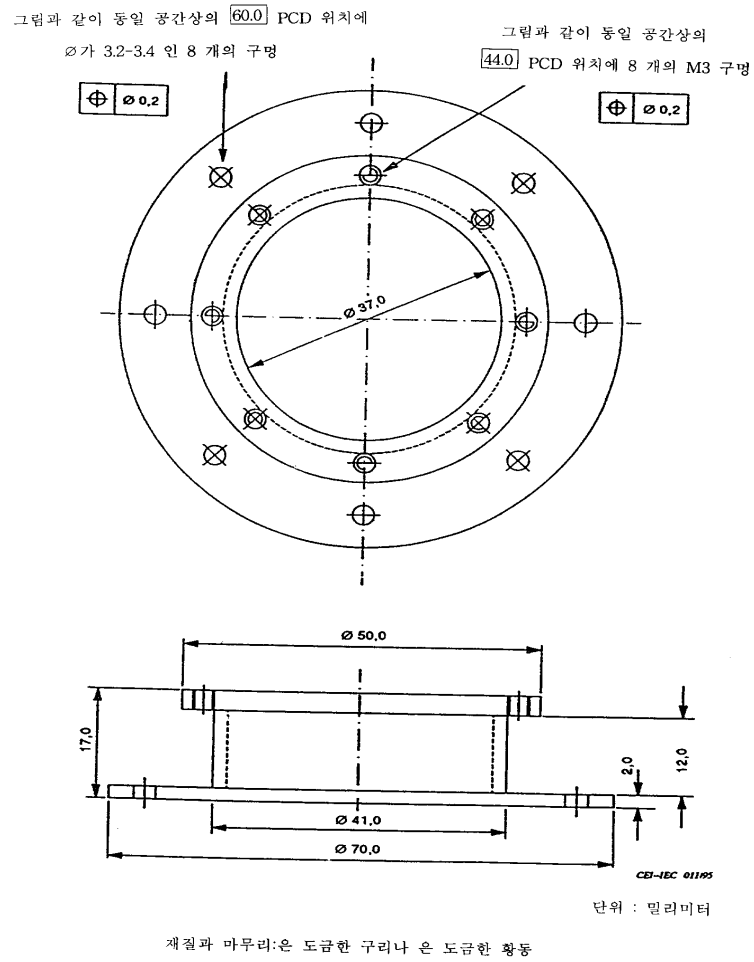


그림 B.3

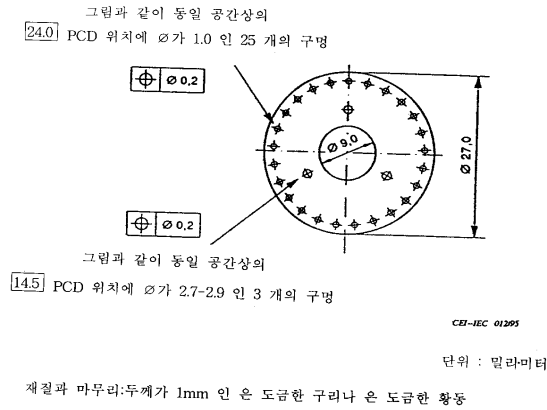


그림 B.4

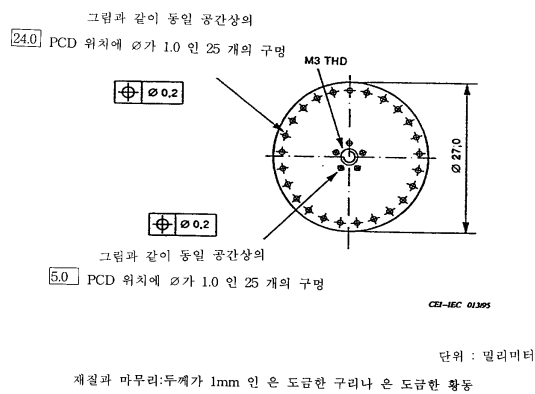


그림 B.5

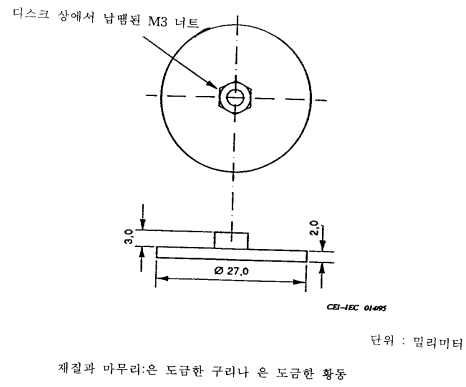


그림 B.6

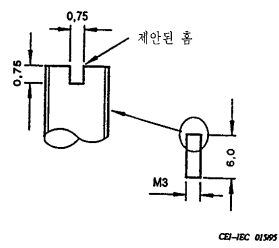


그림 B.7